



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Francesco Pigatto  
Title: TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER  
Serial No.: 10/626,211  
Filed: July 24, 2003  
Docket No.: 35935

LETTER

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Enclosed is a certified copy of Italian Patent Application No. MI2003A001268; the priority of which has been claimed in the above-identified application.

Respectfully submitted,

PEARNE & GORDON LLP

By John P. Murtaugh  
John P. Murtaugh, Reg. No. 34226

526 Superior Avenue East  
Suite 1200  
Cleveland, Ohio 44114-1484  
(216) 579-1700

Date: 8-11-03

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

John P. Murtaugh

Name of Attorney for Applicant(s)

Aug. 11, 2003 John P. Murtaugh  
Date Signature of Attorney



*Ministero delle Attività Produttive*  
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*  
*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*  
*Ufficio G2*

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**  
N. MI2003 A 001268



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

R na, li

**16 LUG. 2003**

per IL DIRIGENTE

*Paola Giuliano*  
.....  
D<sup>ssa</sup> Paola Giuliano

# AL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO



## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione **ITALPROTEC s.a.s. DI COTOGNI CARLA E C.**  
Residenza **CAVENAGO BRIANZA (MI)** codice **00837980900**  
2) Denominazione \_\_\_\_\_  
Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome **Ing. Gianmarco Ponzellini - Albo N. 901 BM - et al.** cod. fiscale \_\_\_\_\_  
denominazione studio di appartenenza **BUGNION S.p.A.**  
via **Lancetti** n. **17** città **Milano** cap **20158** (prov) **MI**

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/scd) \_\_\_\_\_

gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_

**SCAMBIATORE DI CALORE A FASCIO TUBIERO**

## ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_ N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

1) **PIGATTO FRANCESCO** 3) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_ 4) \_\_\_\_\_

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_

## SCIoglimento RISERVE

Data \_\_\_\_\_ N° Protocollo \_\_\_\_\_

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI



## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) ☒ **PROV** n. pag. **119** riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) ....  
Doc. 2) ☒ **PROV** n. tav. **13** disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....  
Doc. 3) ☒ **RIS** lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....  
Doc. 4) ☒ **RIS** designazione inventore .....  
Doc. 5) ☒ **RIS** documenti di priorità con traduzione in italiano .....  
Doc. 6) ☒ **RIS** autorizzazione o atto di cessione .....  
Doc. 7) ☒ nominativo completo del richiedente

## SCIoglimento RISERVE

Data \_\_\_\_\_ N° Protocollo \_\_\_\_\_

confronta singole priorità

8) attestati di versamento, totale Euro **DUECENTONOVANTINO/80** obbligatorio

COMPILATO IL **24/06/2008** FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I) **p.i. firma il mandatario**

CONTINUA SI/NO **NO** **Ing. Gianmarco Ponzellini - Albo N. 901 BM**

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO **SI**

*[Handwritten signature]*

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI **MILANO** **MILANO** codice **15**

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA **MI2003A 001268** Reg. A.

L'anno **DUEMILATRE**, il giorno **VENTIQUATTRO**, del mese di **GIUGNO**

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata da \_\_\_\_\_ fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

*[Handwritten signature]*



L'UFFICIALE ROGANTE

*[Handwritten signature]*  
**M. CORTONESE**

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA

MI 2003A001268

REG. A

DATA DI DEPOSITO

24/06/2003

DATA DI RILASCIO

11/11/1111

NUMERO BREVETTO

## D. TITOLO

SCAMBIATORE DI CALORE A FASCIO TUBIERO

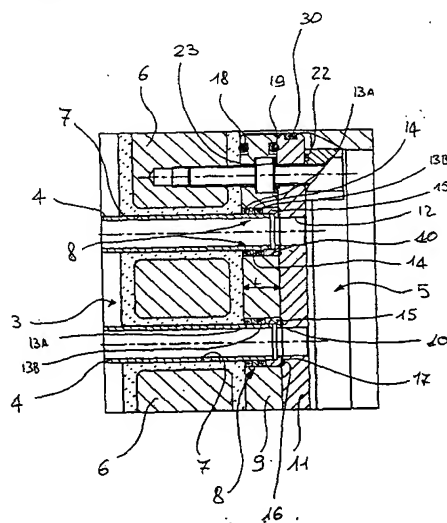
## L. RIASSUNTO

E' stato realizzato uno scambiatore di calore a fascio tubiero in cui una struttura di supporto (2) definisce almeno una camera primaria (3) attraversata da tubi (4) in materiale non saldabile. Una camera secondaria (5) è posta in collegamento di fluido con detti tubi (4) ed è a tenuta di fluido relativamente alla camera principale (3). Sono poi presenti una piastra tubiera (6) presentante le opportune sedi (7) per ricevere le estremità di detti tubi (4), una piastra di contenimento (9) presentante rispettive sedi di tenuta (10) per ciascun tubo (4) e per il contemporaneo alloggiamento di mezzi di tenuta (8). E' infine prevista una terza piastra di serraggio (11) che si attesta contro la piastra di contenimento (9) per consentire la deformazione ed impedire trafileamenti mediante detti mezzi di tenuta (8).



## M. DISEGNO

FIG 2



DESCRIZIONE

MI 20034001268

Annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE  
avente per titolo

**“SCAMBIATORE DI CALORE A FASCIO TUBIERO”**

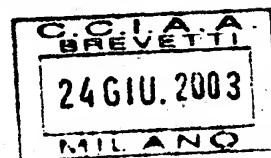
5 A nome: ITALPROTEC DI COTOGNI CARLA & C., società di  
nazionalità italiana con sede a CAVENAGO BRIANZA  
(MI)

Mandatari: Ing. Giuseppe Righetti iscritto all'Albo con il n. 7BM,  
Ing. Carlo Raoul Ghioni iscritto all'Albo con il n. 230  
10 BM, Ing. Martino Salvadori iscritto all'Albo con il n.  
438 BM, Fabrizio Tansini iscritto all'Albo con il n. 697  
BM, Ing. Antonio Nesti iscritto all'Albo con il n. 792  
BM, Ing. Gianmarco Ponzellini iscritto all'Albo con il  
n. 901 BM e Ing. Luigi Tarabbia iscritto all'Albo con il  
15 n. 1005 B, della BUGNION S.p.A. domiciliati presso  
quest'ultima in MILANO - Viale Lancetti 17.

Depositato il:

al n.:

\*\*\*\*\*



20 La presente invenzione ha per oggetto uno scambiatore di calore a  
fascio tubiero incorporante un sistema di tenuta realizzato su tubi in  
carburo di silicio e/o altri materiali non saldabili.

Come è noto, esistono in commercio diversi scambiatori di calore a  
fascio tubiero che utilizzano tubi per lo scambio di calore realizzati  
in carburo di silicio  
25 o in altri materiali non saldabili o difficilmente saldabili.

In particolare gli scambiatori di calore definiscono almeno una camera principale attraversata dal fascio tubiero ed almeno una camera secondaria in comunicazione di fluido con l'interno dei tubi ed a tenuta di fluido con riferimento alla camera principale.

5 Lo scambio di calore avviene in generale all'interno della camera principale ove un primo fluido viene a contatto con la superficie esterna dei tubi che a loro volta contengono il secondo fluido con il quale deve essere scambiato il calore.

10 E' chiaro che uno dei problemi principali legati alla costruzione di scambiatori di calore è quello di evitare in maniera assolutamente affidabile qualunque trafilamento o miscelazione tra il fluido contenuto nella camera principale ed il fluido contenuto nei tubi e nella camera secondaria.

15 L'utilizzo di tubi metallici saldabili a piastre tubiere anch'esse metalliche è in grado di garantire la massima tenuta tra le due camere, tuttavia in applicazioni più critiche, in particolare nel settore chimico laddove sono presenti composizioni particolarmente aggressive o corrosive, l'impiego di tale tipologia di materiali metallici è tuttavia sconsigliabile.

20 In particolare si sono diffusi negli ultimi anni tubi realizzati in carburo di silicio che consentono un ottimale scambio di calore accompagnato da una contemporanea resistenza agli aggressivi chimici all'erosione, nonché alle pressioni; tali tubi sono destinati proprio alla tipologia di applicazione sopra brevemente accennata.

25 Ovviamente questa tipologia di tubi non risulta saldabile alla

rispettiva piastra tubiera e pertanto nascono problemi per garantire la tenuta al trafilamento di fluidi nello scambiatore di calore.

In particolare una peculiare forma realizzativa dei mezzi di tenuta applicati negli scambiatori sopra citati prevede l'utilizzo di un  
5 mantello flangiato cui vengono terminalmente vincolate delle piastre tubiere che portano i tubi in carburo di silicio.

Oltre alla citata piastra principale è previsto l'utilizzo di una piastra secondaria, o contropiastra, di diametro inferiore alla piastra principale e posta a contatto con quest'ultima nel lato interno al  
10 mantello.

I tubi in carburo di silicio attraversano in particolare sia la piastra principale che la piastra secondaria.

Per garantire la tenuta è previsto l'utilizzo di un o-ring per ciascuna estremità di ciascun tubo; tale o-ring resta intrappolato in una sede  
15 definita tra la piastra principale e la piastra secondaria.

In particolare il serraggio mediante viti di queste due piastre comporta lo schiacciamento dell'o-ring e la tenuta dello stesso.

Ovviamente è prevista anche una guarnizione di tenuta tra la piastra principale ed il mantello per evitare trafilamenti tra questi ultimi due  
20 elementi.

Gli scambiatori di calore sopra brevemente descritti, pur sostanzialmente garantendo la tenuta al passaggio di fluido si sono tuttavia rilevati migliorabili sotto diversi aspetti e parametri costruttivi.

25 In altre parole questa tipologia di dispositivi ha lasciato irrisolti

alcuni problemi ed ha evidenziato comunque alcuni limiti operativi.

Innanzitutto le operazioni di realizzazione delle piastre principali e secondarie comportano peculiari lavorazioni per asportazione di materiale al fine di definire le semisedi che andranno ad alloggiare i vari o-rings di tenuta.

E' chiaro che tali lavorazioni devono essere effettuate sia su una piastra che sulla rispettiva contropiastra con estrema precisione onde evitare possibili trafilamenti durante il funzionamento dello scambiatore.

In secondo luogo è possibile posizionare solamente un singolo o-ring per ciascuna estremità del tubo, o-ring cui viene demandato l'intero compito di tenuta.

E' chiaro pertanto che tale o-ring dovrà essere resistente sia agli aggressivi chimici sia alla temperatura ed alle pressioni che si generano nello scambiatore e che un suo cattivo posizionamento o erronea scelta di materiali, comporta irrimediabilmente il trafilamento di fluido.

Inoltre il posizionamento all'interno della camera principale di una contropiastra diminuisce in maniera sensibile le superfici di scambio termico riducendo l'efficienza dello scambiatore.

Non da ultimo, tale tipologia di scambiatori non prevede alcun sistema di controllo e/o allarme delle perdite.

Scopo della presente invenzione è pertanto quello di mettere a disposizione uno scambiatore che risolva sostanzialmente tutti i limiti operativi sopra evidenziati.





Un primo obiettivo del trovato è quello di mettere a disposizione un sistema di tenuta per scambiatori di calore a fascio tubiero con tubi in carburo di silicio o in materiale non saldabile che consenta di evitare le complesse lavorazioni meccaniche sopra evidenziate.

5 Un ulteriore scopo del trovato è quello di mettere a disposizione un sistema di tenuta che sia estremamente affidabile e che altresì possa resistere ad elevate pressioni di esercizio (anche sopra le 15 atmosfere).

E' poi uno scopo dell'invenzione quello di poter ottimizzare il  
10 posizionamento delle guarnizioni di tenuta ed il loro relativo materiale in funzione della presenza all'interno dei tubi o all'interno della camera principale del processo chimico e quindi dei relativi aggressivi chimici.

E' poi uno scopo ausiliario del trovato quello di consentire una  
15 tenuta mediante l'utilizzo di tre o più piastre senza tuttavia diminuire le superfici di scambio all'interno della camera principale.

Questi ed altri scopi che meglio appariranno dalla seguente descrizione sono sostanzialmente raggiunti da uno scambiatore di calore in accordo con le unite rivendicazioni.

20 Ulteriori caratteristiche e vantaggi appariranno maggiormente dalla descrizione dettagliata di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, di uno scambiatore di calore secondo il presente trovato.

Tale descrizione verrà effettuata qui di seguito con riferimento alle unite tavole esemplificative in cui:

25 - la figura 1 mostra una sezione dello scambiatore in accordo con

l'invenzione;

- la figura 2 mostra un particolare ingrandito dei mezzi di tenuta di figura 1; e
- la figura 3 mostra una vista in esploso dello scambiatore di figura 1.

Con riferimento alle figure citate con 1 è stato complessivamente indicato uno scambiatore di calore, del tipo oggi denominato commercialmente "FLOWSIC™" in accordo con l'invenzione.

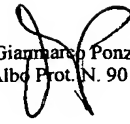
Come già precisato il cuore dell'invenzione risulta essere il sistema di tenuta realizzato sui tubi in carburo di silicio e/o altri materiali non saldabili utilizzati per la produzione di scambiatori di calore a fascio tubiero.

Come visibile dalla figura 1, lo scambiatore di calore si presenta costituito da una struttura di supporto 2 comprendente in particolare un mantello cilindrico flangiato il quale è predisposto a delimitare almeno una camera principale 3 dotata degli opportuni ingressi laterali 18 per il fluido da far ivi circolare.

In corrispondenza delle estremità flangiate 19 del mantello sono poi presenti due rispettive piastre tubiere 6 predisposte a supportare un prefissato numero di tubi 4 che attraversano la camera principale 3.

I tubi 4 sono in generale realizzati in carburo di silicio (anche se potrebbero tuttavia essere costituiti da altri materiali non saldabili purchè adatti allo scambio termico ed alla resistenza agli aggressivi chimici, alle temperature ed alla pressioni di esercizio).

Esternamente alle piastre tubiere 6 sono poi visibili rispettive calotte



20 vincolate a tenuta sullo scambiatore.

In particolare è presente un sistema di serraggio, ad esempio a vite e dado che impacca tra loro la flangia 19 del mantello, la piastra tubiera 6 e la calotta 20 in maniera del tutto noto e come visibile nelle allegate figure.

Si nota poi la presenza almeno in una delle due calotte 20 di accessi ed uscite 21 per l'immissione dell'opportuno fluido in una camera secondaria 5 e quindi all'interno dei vari tubi 4.

Da un punto di vista generale di funzionamento lo scambio termico avviene all'interno della camera principale 3 grazie alle superfici di contatto tra i due fluidi delimitate dai tubi 4.

In altre parole ancora il fluido in ingresso alla camera secondaria 5 verrà fatto circolare all'interno dei tubi 4 e quindi, una volta avvenuto lo scambio termico, fuoriuscirà dalla medesima camera secondaria 5.

L'ulteriore fluido verrà invece immesso tramite gli ingressi laterali 18 del mantello e circolerà esclusivamente all'interno della camera principale 3 a diretto contatto con i tubi 4.

Ovviamente non vi dovrà essere alcun passaggio di fluido tra la camera principale 3 e la camera secondaria 5 in maniera tale da evitare che il fluido di processo vada a contatto con il fluido di raffreddamento.

In maniera evidente ancora il processo potrà avvenire sia lato mantello sia lato tubi a seconda delle esigenze dell'impianto.

Premesso quanto sopra a livello generale (ed oggi noto) negli

scambiatori di calore in commercio verrà qui di seguito esaminato il  
peculiare sistema di tenuta realizzato sui tubi di carburo di silicio 4.

Osservando in particolare la sezione di figura 2 si nota innanzitutto  
la piastra tubiera 6 che presenta le opportune sedi passanti 7 per  
ricevere in attraversamento le estremità dei tubi 4.

Ad esempio la piastra tubiera 6 potrà essere realizzata in acciaio  
inossidabile (ad esempio AISI 304L) e sarà in generale rivestita in  
PFA così da poter resistere agli attacchi chimici.

La piastra tubiera 6 presenterà generalmente diametro esterno  
sostanzialmente uguale o maggiore al diametro delle flangie del  
mantello e sarà munita di una doppia foratura per il suo fissaggio  
indipendente alla flangie del mantello.

Esternamente alla piastra tubiera 6 da parte opposta al lato mantello  
si nota poi la presenza di una piastra di contenimento 9, ad esempio  
realizzata in acciaio inox (AISI 316L) o in PTFE/25% vetro o  
materiali nobili la quale presenta rispettive sedi di tenuta 10, una per  
ciascun tubo.

Le sedi di tenuta 10 risultano essere sedi circolari coassiali e con  
diametro superiore al diametro esterno dei tubi 4.

Tali sedi di tenuta 10 sono destinate ad alloggiare sia le porzioni  
terminali dei tubi in carburo di silicio 4 sia gli opportuni mezzi di  
tenuta 8 destinati ad impedire trafilamenti di fluido tra la camera  
principale 3 e le camere secondarie 5.

Sempre come visibile nelle figure, i mezzi di tenuta 8 comprendono  
almeno un primo ed un secondo elemento di tenuta 13a, 13b per



ciascun tubo 4.

In particolare tali elementi di tenuta sono definiti da rispettivi o-rings in gomma (KALREZ® + VITON®) o materiali corrispondenti resistenti alla corrosione ed alla temperatura.

5 Tali o-rings circondano le porzioni terminali dei tubi 4 e potranno vantaggiosamente essere costituiti da materiali più opportuni.

In particolare qualora il processo chimico fosse attuato nel lato mantello (camera 3) il primo o-ring 13a sarebbe di tipo KALREZ, mentre il secondo o-ring potrebbe essere di tipo VITON.

10 Viceversa qualora il processo fosse lato tubi (camera 5 + interno tubi) con il raffreddamento lato mantello si potrà opportunamente invertire la posizione assiale dei due o-rings in modo che il primo o-ring 13a sia di tipo VITON ed il secondo o-ring 13b di tipo KALREZ.

15 Va poi notato come i mezzi di tenuta 8 comprendano anche una bussola distanziale di registro 14 interposta assialmente tra i due o-rings ed una ulteriore premi bussola 15 sempre posta attorno ad una estremità del tubo ed attiva sul secondo elemento di tenuta 13b.

20 La bussola distanziale 14 potrà essere realizzata in PTFE/25% vetro e/o altro materiale antiacido; la premibussola 15 potrà essere realizzata in PTFE vergine od altro materiale antiacido.

La premibussola 15 ha una sezione a doppia L rovesciata (si veda la figura 2) in maniera tale da evitare lo sfilamento assiale dei tubi in caso di presenza di vuoto.

25 Va altresì notato che la premi bussola 15 è dotata di una faccia 16

rivolta ed in battuta contro un'ulteriore piastra di serraggio 11 che presenta un prefissato numero di rigature di tenuta 17 per le funzioni che meglio verranno chiarite in seguito.

Va nuovamente rimarcato il fatto che ciascuna sede di tenuta 10 è delimitata in senso radiale dalla piastra di contenimento 9 (all'esterno) e dalla superficie esterna del tubo 4 (all'interno). Altresì la sede di tenuta 10 è delimitata assialmente, da un lato, dalla piastra tubiera 6 e, dall'altro, dalla piastra di serraggio 11.

Va particolarmente notato il fatto che, in condizioni di assemblaggio, la piastra di contenimento 9 svolge esclusivamente la funzione di delimitazione delle sede di tenuta 10 senza svolgere alcuna azione di compressione sugli o-rings o sulle bussole.

Sempre osservando la figura 3 è poi visibile una piastra di serraggio 11 posta a contatto con la precedentemente descritta piastra di contenimento 9 sempre dalla parte esterna al lato mantello.

Anche la piastra di serraggio presenta le opportune sedi di passaggio 12 per porre in comunicazione di fluido l'interno dei tubi 4 con le camere secondarie 5.

Sono presenti ulteriori guarnizioni di tenuta 18, 19 sottoforma di o-rings esterni per garantire la tenuta tra la piastra tubiera 6 e la piastra di contenimento 9 e tra la piastra di contenimento 9 e la piastra di serraggio 11.

Le sedi per tali o-rings saranno in generale costituite da opportune cave contrapposte ricavate all'esterno delle facce della piastra di contenimento 9.

Durante le fasi di assemblaggio si inseriscono i vari tubi all'interno della piastra tubiera 6 e si serra quindi la piastra di contenimento 9 contro la stessa piastra tubiera 6 mediante le opportuni viti a doppia filettatura. (previo posizionamento della guarnizione di tenuta 18)

5 Le viti a doppia filettatura potranno essere realizzate ad esempio in acciaio AISI 316L o altri materiali nobili.

Vengono applicate in posizione le guarnizioni di tenuta 13a, 13b, nonché le varie bussole distanziali di registro 14 e le premibussole 15, nonché la guarnizione di tenuta 19.

10 Si passa quindi al successivo impegno della piastra di serraggio 11 utilizzando gli opportuni dadi (in generale tappi ciechi) che vanno ad impegnare la filettatura della vite precedentemente citata.

Ovviamente al fine di evitare trafilamenti di fluido verso le filettature di tali viti sono previsti opportuni o-rings 22 sui dadi di tenuta, nonché guarnizioni piane di tenuta 23 tra la piastra di  
15 serraggio 11 e la piastra di contenimento 9 proprio in corrispondenza delle viti.

Ovviamente l'azione di serraggio effettuata dai dadi precedentemente citati fa sì che si trasmetta alla premi bussola 15,  
20 alla guarnizione di tenuta 13a, 13b, ed alla bussola distanziale 14 un'azione di spinta assiale che provoca la deformazione degli o-rings e la tenuta pertanto del sistema nel suo complesso.

Ovviamente per ottenere ciò la lunghezza assiale "L" della sede dovrà essere leggermente inferiore alla lunghezza assiale  
25 complessiva dei quattro elementi sopra citati.

Inoltre la presenza delle rigature di tenuta 17 sulla premibussola aumentano l'affidabilità del sistema in quanto, a seguito del serraggio della terza piastra 11, si genera una forza tra la stessa piastra 11 e la faccia 16 della premibussola tale per cui le rigature 17 vanno in pressione sulla piastra 11 ed impediscono viepiù i trafileamenti.

Va infine notato che in una variante realizzativa del sistema di tenuta sopra descritto sarà possibile prevedere un'opportuna cava radiale esterna sulla piastra di serraggio 11 destinata all'alloggiamento di un o-ring di tenuta.

E' infatti possibile in tal maniera prevedere l'aggiunta di un anello di controllo ed allarme (ad esempio in acciaio rivestito PFA) con attacchi laterali filettati tra la piastra tubiera 6 e la testata dello scambiatore per l'ingresso di un'eventuale gas di protezione (azoto) e/o la connessione ad una sonda d'allarme, un indicatore visivo o altro.

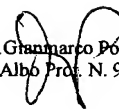
In tal caso l'o-ring di tenuta 30 inserito nella cava radiale esterna consentirà la tenuta sul diametro interno dell'anello di controllo. Ovviamente nel caso di quest'ultima modifica verrà rimosso l'anello interno di tenuta 19 e sarà possibile valutare l'eventuale trafileamento di fluido tra la piastra di serraggio 11 e la piastra di contenimento 9 od anche esercitare la sopra citata sovrappressione mediante gas neutri quali l'azoto.

L'invenzione consegue importanti vantaggi.

Innanzitutto il sistema di tenuta realizzato nella presente invenzione







consente di ottenere tutte le sedi di alloggiamento degli o-rings mediante lavorazioni meccaniche semplici.

In particolare la piastra di contenimento presenta solamente forature cilindriche con diametro maggiore al diametro del tubo per definire le sedi di tenuta.

Inoltre la presenza di diversi o-rings consente di poter configurare meglio lo scambiatore di calore a seconda che il processo chimico avvenga lato mantello o lato tubi.

Le possibilità di aggiungere un'ulteriore anello di controllo/allarme su richiesta del cliente rende peraltro il sistema adatto anche a processi che richiedono elevati gradi di sicurezza.

La presenza poi di diversi elementi di tenuta ha consentito di superare prove di tenuta in laboratorio fino ad oltre 16 atm per diversi minuti senza trafilamenti.

## RIVENDICAZIONI

### 1. Scambiatore di calore comprendente:

- una struttura di supporto (2) definente almeno una camera principale (3);

5 - un prefissato numero di tubi (4) attraversanti detta camera principale (3);

- almeno una camera secondaria (5) in collegamento di fluido con detti tubi (4) ed a tenuta di fluido relativamente alla camera principale (3);

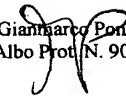
10 - almeno una piastra tubiera (6) presentante le opportune sedi (7) per ricevere detti tubi (4), detta piastra tubiera (6) essendo interposta tra la camera principale (3) e la camera secondaria (5);

- mezzi di tenuta (8) interposti almeno tra la camera principale (3) e la camera secondaria (5) per evitare il trafilamento di fluido, caratterizzata dal fatto che comprende inoltre:

15 - una piastra di contenimento (9) presentante una rispettiva sede di tenuta (10) per ciascun tubo (4), detta sede di tenuta (10) consentendo il passaggio di un tubo (4) ed il contemporaneo alloggiamento dei mezzi di tenuta (8); e

20 - una piastra di serraggio (11) anch'essa presentante rispettive sedi di passaggio (12) per mettere in comunicazione di fluido la camera secondaria (5) con i tubi (4), detta piastra di contenimento (9) essendo interposta tra la piastra tubiera (6) e la piastra di serraggio (11).

25 2. Scambiatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto



che i mezzi di tenuta (8) comprendono almeno un primo ed un secondo elemento di tenuta (13a, 13b) per ciascun tubo (4), detti elementi di tenuta (13a, 13b) avvolgendo il tubo (4) ed essendo alloggiati nella sede di tenuta (10) definita dalla piastra di contenimento (9).

3. Scambiatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che i mezzi di tenuta (8) comprendono una bussola distanziale (14) posta attorno al tubo (4) ed interposta tra gli elementi di tenuta (13a, 13b).

4. Scambiatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che i mezzi di tenuta (8) comprendono una premibussola (15) posta attorno al tubo (4) ed attiva sul secondo elemento di tenuta (13b).

5. Scambiatore secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che la premibussola (15) presenta una faccia (16) rivolta ed in battuta contro la piastra di serraggio (11), detta faccia presentando un prefissato numero, e preferibilmente 2, rigature di tenuta (17).

6. Scambiatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che ciascuna sede di tenuta (10) è delimitata in senso radiale, all'esterno, dalla piastra di contenimento (9) e, all'interno, dalla superficie del tubo (4) ed è preferibilmente delimitata assialmente, da un lato, dalla piastra tubiera (6) e, dall'altro dalla piastra di serraggio (11).

7. Scambiatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che la piastra di serraggio (11) si attesta contro la piastra di contenimento (9).

8, Scambiatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che la piastra di contenimento (9) si attesta contro la piastra tubiera (6).

9. Scambiatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti  
5 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre una guarnizione di tenuta (18) interposta tra la piastra di contenimento (9) e la piastra tubiera (6).

10. Scambiatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre una  
10 guarnizione di tenuta (19) interposta tra la piastra di serraggio (11) e la piastra di contenimento (9).

11. Scambiatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta piastra di serraggio (11) presenta, preferibilmente in corrispondenza di una sua superf  
15 esterna, una sede (20) atta a ricevere un'opportuna guarnizione.

12. Scambiatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che è predisposto a ricevere in impegno una camera di controllo e/o allarme in corrispondenza di una superficie esterna della piastra di serraggio (11).

20 13. Scambiatore secondo le rivendicazioni 3 e 4, caratterizzato dal fatto che la sede di tenuta (10) presenta una lunghezza assiale (L) minore o uguale alla somma delle corrispondenti lunghezze di elementi di tenuta (13a, 13b), bussola (14) e premibussola (15).

14. Scambiatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto  
25 che l'impaccamento di serraggio di piastra tubiera (6), piastra di



contenimento (9) e piastra di serraggio (11) comportano la deformazione per compressione di almeno detti elementi di tenuta (13a, 13b).

5 15. Dispositivo di tenuta applicabile a tubi in carburo di silicio e/o altri materiali non saldabili utilizzati per la produzione di scambiatori di calore a fascio tubiero, preferibilmente secondo al rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- almeno una piastra tubiera (6);
- almeno una piastra di contenimento (9) attestabile contro la piastra tubiera (6);
- 10 - almeno una piastra di serraggio (11) attestabile contro la piastra di contenimento (9); e
- mezzi di tenuta (8) interposti tra la piastra tubiera (6) e la piastra di serraggio (11) per evitare trafilamenti di fluido, detta piastra di
- 15 contenimento presentando una rispettiva sede di tenuta (10) alloggiante detti mezzi di tenuta (8).

16. Metodo di assemblaggio di uno scambiatore di calore del tipo in accordo con a rivendicazione 1, comprendente le seguenti fasi:

- predisporre una piastra tubiera (6) presentante opportune sedi (7)
- 20 per ricevere i tubi (4);
- posizionare una piastra di contenimento (9) contro la piastra tubiera (6) ed attorno alle estremità terminali di detti tubi (4), la piastra di contenimento (9) definendo con le superfici esterne di detti tubi (4) rispettive sedi di tenuta (10),
- 25 - posizionare mezzi di tenuta in ciascuna delle sedi di tenuta (10);

- impegnare una piastra di serraggio alla piastra di contenimento per ottenere un impaccamento di tre piastre e contemporaneamente deformare per compressione detti mezzi di tenuta (8).

IL MANDATARIO

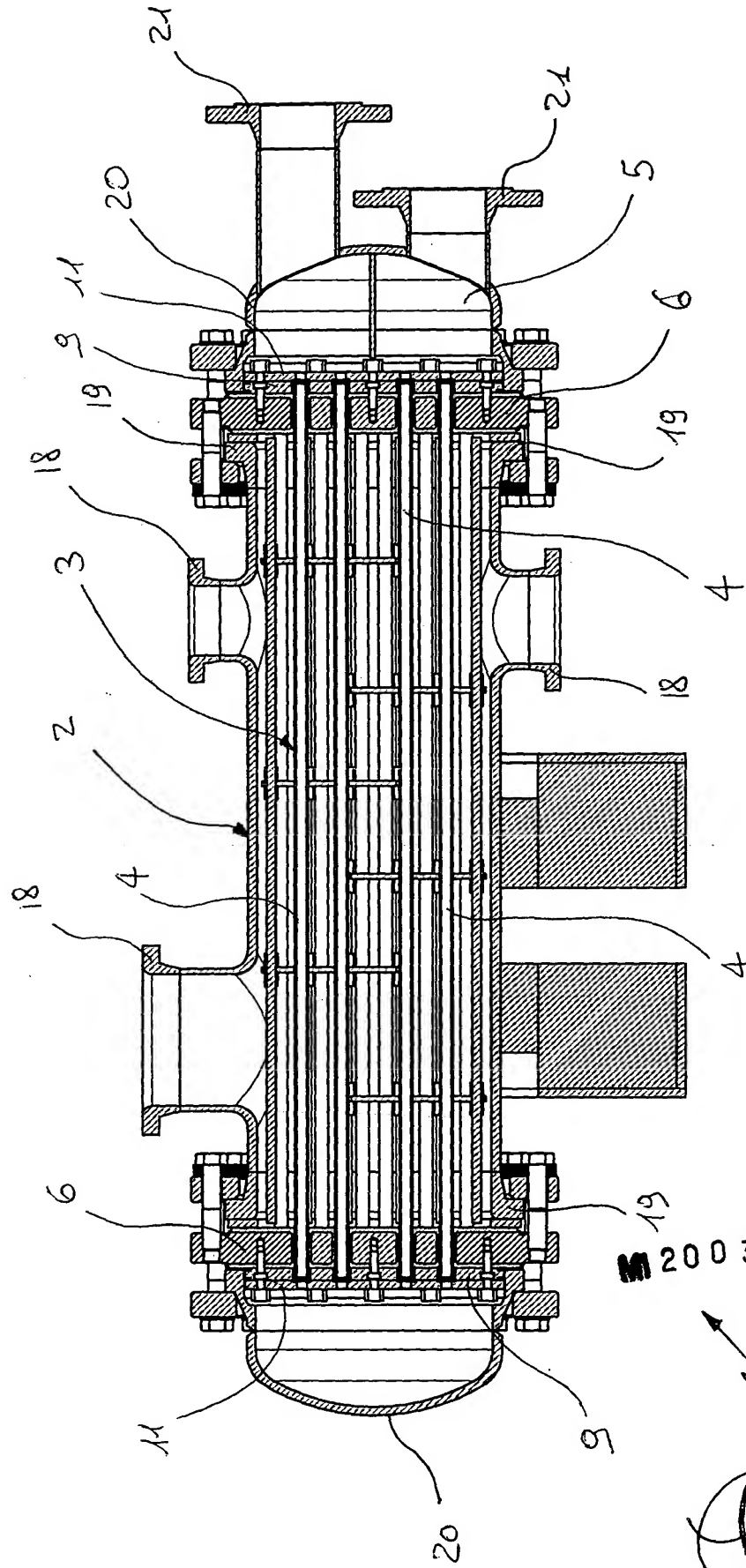
Ing. Gianmarco

Ponzellini

Albo Prot. 901 BM



FIG 1



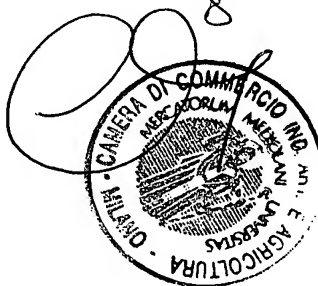
IL MANDATARIO

Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 301 BM

*[Handwritten signature]*

2003:001268

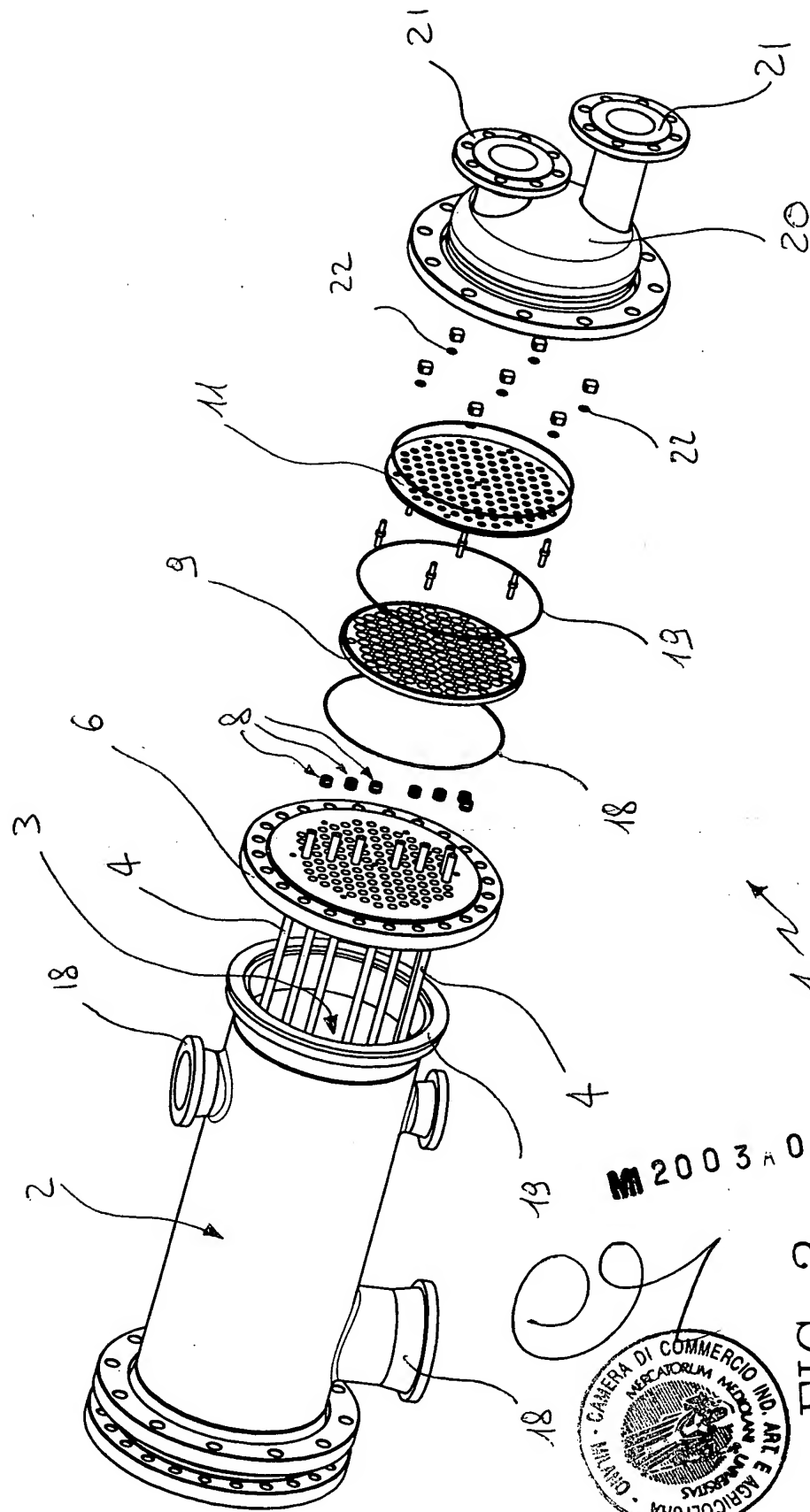




M 2003 A 001268

**IL MANDATARIO**  
Ing. **Gianmarco PONZELINI**  
Iscritto all'Albo con il n. 901874





M 2003 A 001268



FIG 3

IL MANDATARIO  
Ing. Giancarlo PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 907 BPA

*[Handwritten signature]*

**MINISTRY OF INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFTS**  
**GENERAL DIRECTION FOR THE PRODUCTIVE DEVELOPMENT AND**  
**COMPETITION**  
**ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE**  
**OFFICE G2**

Certificate of the copy of the documents relating to the patent application for industrial invention  
n. MI2003 A 001268

I declare that the appended copy is in conformity with the original documents filed with the  
application for patent which will appear from the appended Certificate of Filing.

Rome, on July 16, 2003

THE DIRECTOR OF THE DEPARTMENT  
(Dr.ssa Paola Giuliano)

**MINISTRY OF COMMERCE INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFTS  
ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE - ROME  
PATENT APPLICATION FOR INDUSTRIAL INVENTION**

**A. APPLICANT(1)**

N.G.

1) surname/name/type of firm ITALPROTEC S.A.S. DI COTOGNI CARLA E C.  
City (province) country CAVENAGO BRIANZA (MI) fiscal code 008379809601  
Surname/name/type of firm  
City (province) country fiscal code

SA

**B. APPLICANT'S ATTORNEY AT U.C.B.**

surname name Ing. Gianmarco Ponzellini - enrolled under n.901 BM et al. fiscal code  
belongings studios BUGNION S.p.A..  
Street Viale Lancetti n. 17 City MILANO cap. 20158 Province MI

**C. ELECTIVE DOMICILE CONSIGNEE**

Street n. City cap. Province

**D. TITLE proposed class (section.cl.) group/subgroup**

"TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER"

**ADVANCED PUBLIC ACCESSIBILITY NO IF REQUEST DATE REGISTER N.**

**E. DESIGNED INVENTORS:**

1.surname,name PIGATTO Francesco 3.surname,name  
2.surname,name 4.surname,name

**F. PRIORITY**

1. country or organization code of priority appl.n. enclosed s/r  
RESERVE RELEASE  
Date\_ register n.

**G. QUALIFIED CENTRE FOR MICROORGANISM CULTURE COLLECTION, name**

**H. SPECIAL NOTES:**

**ENCLOSURES:**

DOC 1) EX 1 pag. 19 abstract main drawing,descr. with claims (1 copy)  
DOC 2) EX 1 pag. 3 drawing (compulsory if mentioned in description 1 copy)  
DOC 3) EX 1 power of Attorney or full power of attorney  
DOC 4) EX 1 designation inventor  
DOC 5) EX 0 priority documents with italian translation  
DOC 6) EX 0 authorization or deed of assignement  
DOC 7) EX 0 full name of the applicant

8) Certificate of Payment of Euros 291/80

COMPILED on 24.06.2003 APPLICANT signes by proxy the Attorney.

CONTINUES YES/NO NO Ing.Gianmarco Ponzellini enrolled under n.901 BM

CERTIFIED TRUE COPY OF THE PRESENT ACT IS REQUESTED YES/NO YES

PROVINCIAL OFFICE OF INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFTS of MILAN code 15

FILING RECEIPT NUMBER OF APPLICATION MI2003A001268 Reg. A

YEARS TWO THOUSAND AND THREE day TWENTYFOUR month JUNE

the above-mentioned applicant(s) has (have) presented to me undersigned the present application, with n. 00 additional sheets for the granting of the aforesaid patent.

VARIOUS NOTES ISSUED BY THE OFFICE

THE ATTORNEY office stamp THE CERTIFYING OFFICE  
(Illegible signature) M. CORTONESI

## Prospect A

### Abstract of industrial invention with main drawing, description and claim

Application n. MI2002A001268  
Patent n.

Reg. A      filing date      24/06/2003  
                 granting date

#### D. Title

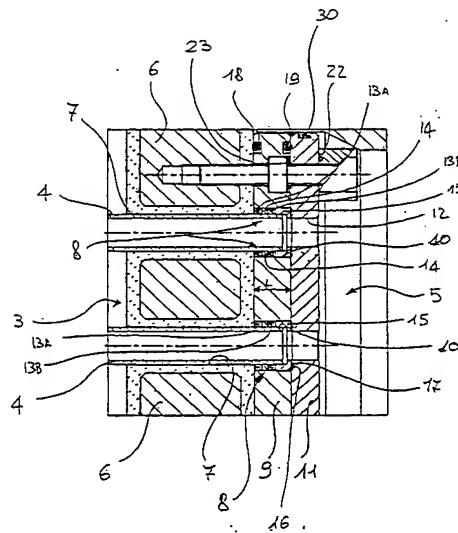
"TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER"

#### L. Abstract

A tube bundle heat exchanger has been carried out, wherein a bearing structure (2) defines at least a primary chamber (3), which is crossed by tubes (4) made of a non-solderable material. A secondary chamber (5) is put in fluid connection with such tubes (4) and is fluid proof with respect to the main chamber (3). Furthermore a tube plate (6), showing the adequate seats (7) for housing the ends of said tubes (4) and a containing plate (9), showing respective holding seats (10) for each tube (4) and for the contemporary housing of sealing means (8), are provided. Finally a third clamping plate (11) is provided, which abuts on the containing plate (9), in order to allow deformation and to prevent blow-by through such sealing means (8).

#### M. Drawing

FIG 2



MI2003A001268

DESCRIPTION

enclosed to Patent Application of Industrial Invention having as a title:

“ TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER”

Applicant : ITALPROTEC DI COTOGNI CARLA & C., of Italian nationality having seat in  
CAVENAGO BRIANZA (MI)

Attorneys : Ing. Giuseppe Righetti enrolled under n.7 BM,  
Ing. Carlo Raoul Ghioni enrolled under n.280 BM,  
Ing. Martino Salvadori enrolled under n.438 BM,  
Fabrizio Tansini enrolled under n. 697 BM,  
Ing. Antonio Nesti enrolled under n.792 BM,  
Ing. Gianmarco Ponzellini enrolled under n.901 BM and  
Ing. Luigi Tarabbia enrolled under n.1005 B, of BUGNION S.p.A., MILANO - Viale  
Lancetti, 17

filed on June 24, 2003

\*\*\*

# "TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER"

The object of the present invention is a tube bundle heat exchanger, which includes a sealing system carried out on tubes made of silicon carbide and/or other non-solderable materials.

As everybody knows, different tube bundle heat exchangers are available on the market, which make use of heat exchange tubes made of silicon carbide or other non-solderable or hardly solderable materials.

In particular the heat exchangers define at least a main chamber, which is crossed by the tube bundle, and at least a secondary chamber, which is in fluid connection with the inside of the tubes and is fluid proof with respect to the main chamber.

The heat exchange takes generally place in the inside of the main chamber, where a first fluid comes in touch with the outer surface of the tubes, which contain in turn the second fluid, with which the heat has to be changed.

As it clearly appears, among the main problems linked to the manufacture of heat exchangers there is the one of preventing, in an absolutely reliable manner, any blow-by or mixing between the fluid contained in the main chamber and the fluid contained in the tubes and in the secondary chamber.

The use of metal tubes solderable with tube plates, which are equally made of metal, ensures the maximum sealing between the two chambers; however, in more critical fields and particularly in the chemical field,

in which very aggressive or corrosive compounds are employed, the use of such kind of metal materials is unadvisable.

In particular, in the last years tubes made of silicon carbide have spread out, which allow an optimum heat exchange together with a contemporary resistance to chemical agents, erosion and pressures; such tubes are just fitting for the above briefly outlined kind of employment.

Obviously this kind of tubes is not solderable with the respective tube plate and therefore problems arise in assuring the seal against fluid flow-by in the heat exchanger.

In particular a special embodiment of the sealing means used in the above mentioned heat exchangers provides for the use of a flanged skirt, to the ends of which tube plates, which hold the tubes of silicon carbide, are firmly joined.

In addition to the said main plate use of a secondary plate, or counter-plate, is provided for, which plate has a diameter smaller than that of the main plate, and which is put in touch with the latter, in its face inside the skirt.

The silicon carbide tubes cross particularly both the main plate and the secondary plate.

In order to ensure the seal the use of an o-ring for each end of each tube is provided for; such o-ring is entrapped inside a seat, which is defined between the main plate and the secondary plate.

In particular the tightening of these two plates by means of screws implies squashing of the o-ring and tightness thereof.

Obviously also a gasket between the main plate and the skirt is provided for, in order to avoid flow-by between these two elements.

Although the above briefly outlined heat exchangers substantially ensure the fluid seal, they appear to be improvable under different points of view and manufacture parameters.

In other words, this kind of devices has not solved some problems and anyhow shows some operation lacks.

First of all, the manufacture operations of the main and secondary plates imply special material removal processing, in order to define the semi seats which will have to house the various sealing o-rings.

It appears clearly that such processing has to be performed most accurately both on the one plate and on the respective counter-plate, in order to avoid possible flow-by during the work of the heat exchanger.

On the other side, only a single o-ring can be arranged at each end of the tube and this o-ring is burdened with the whole task of the sealing.

It appears therefore clear that such o-ring has to show resistance both to chemical agents and to temperature and pressures which take place in a heat exchanger and that a wrong positioning, or a wrong selection of materials, irremediably implies fluid flow-by.

Furthermore the locating of a counter-plate inside the



main chamber lowers in a noticeable manner the heat exchange surfaces and reduces the effectiveness of the heat exchanger.

Last but not least, such kind of heat exchangers does  
5 not provide for any leak checking or alarm system.

The technical task of the present invention is therefore to provide a heat exchanger which substantially eliminates all the above outlined operating lacks.

10 A first task of the invention is to provide a seal system for tube bundle heat exchangers, equipped with tubes of silicon carbide or of any non-solderable materials, which allows to avoid the above mentioned complex mechanical processing.

15 A further task of the invention is to provide a seal system which is extremely reliable and is furthermore capable of resisting to high operation pressures (even over 15 atmospheres).

Another task of the invention is to optimize the  
20 positioning of the sealing gaskets and their relating material in view of the chemical process, which takes place inside the tubes or inside the main chamber, and consequently of the relating chemical agents.

A further task of the invention is to allow a  
25 tightening by use of three or more plates, without anyhow reducing the exchange surfaces inside the main chamber.

These tasks and the other ones, which will more clearly appear from the following description, are

substantially reached with a heat exchanger in accordance to the attached claims.

Further features and advantages will be more clear thanks to the detailed description of a preferred, but  
5 not exclusive embodiment of a heat exchanger according to the present invention.

Such description is performed hereinafter with reference to the attached exemplifying drawing tables, in which:

- 10 - figure 1 shows a section view of the heat exchanger in accordance with the invention;
- figure 2 shows an enlarged detail of the sealing means as shown in figure 1; and
- figure 3 shows an exploded view of the heat  
15 exchanger as shown in figure 1.

With reference to the said figures, with 1 is denoted as a whole a heat exchanger according to the invention, of the type which at present has the commercial name "FLOWSIC<sup>TM</sup>".

20 As already pointed out, the core of the invention consists in the sealing system carried out on tubes of silicon carbide and/or other of other non-solderable materials, which are utilized for manufacturing tube bundle heat exchangers.

25 As shown in figure 1, the heat exchanger is formed by a bearing structure 2 comprising particularly a cylindrical flange skirt, which is adequate to delimit at least a main chamber 3, provided with fitting side inlets 18 for the fluid that has to

circulate therein.

In correspondence to the flanged ends 19 of the skirt two respective tube plates 6 are provided for, which are adapted to hold a predetermined number of tubes 4 crossing the main chamber 3.

The tubes 4 are generally made of silicon carbide (but they could also be made of other non-solderable materials, on condition that they are suitable for heat exchange and resistance to chemical agents, temperatures and operation pressures).

Outside the tube plates 6 respective caps 20 can then be seen, which are fixed with hermetic sealing to the heat exchanger.

In particular a tightening system is provided, which packs the skirt flange 19, the tube plate 6 and the cap 20 one to each other, in a manner that is well known and can be seen in the attached figures.

To notice in at least one of the two caps 20 are inlets and outlets 21 for letting the right fluid into a secondary chamber 5 and consequently the inside of the various tubes 4.

From a general point of view concerning the functioning, the heat exchange takes place inside the main chamber 3 thanks to the touch surfaces, defined by tubes 4, between the two fluids.

In other words, the fluid entering into the secondary chamber 5 will be brought into circulation inside the tubes 4 and therefore, once the heat exchange has taken place, it will flow out of the

same secondary chamber 5.

The further fluid will be let in through the skirt side inlets 18 and it will circulate only inside the main chamber 3, directly in touch with the tubes 4.

5 Obviously no fluid flow between the main chamber 3 and the secondary chamber 5 shall occur, in order to avoid the process fluid to come into touch with the cooling fluid.

Evidently the process can take place both on the skirt side or on the tube side according to the  
10 requirements of the plant.

All this generally stated in advance (and today well known) relating to the heat exchangers on the market, we will hereinafter examine the special  
15 sealing system carried out on tubes 4 of silicon carbide.

Looking particularly at the section view of figure 2, we see in the first place the tube plate 6, which shows the adequate through seats 7, which have to  
20 house in crossover manner the ends of the tubes 4.

By way of example the tube plate 6 can be made of stainless steel (e.g. AISI 304L) and it is generally coated with PFA, so that it can resist to the chemical attacks.

25 The tube plate 6 shows generally an outer diameter substantially equal or longer than the diameter of the skirt flanges and it is provided with a double hole for its independent fastening to the skirt flanges.

Outside the tube plate 6 and on the side opposed to the skirt face we can further see a containing plate 9, which - by way of example - is made of stainless steel (AISI 316L), or of PTFE/25% glass, or of noble materials, and which shows respective holding seats 10, one for each tube.

The holding seats 10 are circular coaxial seats with a diameter longer than the outer diameter of the tubes 4.

Such holding seats 10 are adapted to house both the end portions of the tubes 4 of silicon carbide and the adequate sealing means 8, which have to prevent fluid flow-by between the main chamber 3 and the secondary chambers 5.

Always according to the figures, the sealing means 8 comprise at least a first and a second sealing element 13a, 13b for each tube 4.

In particular such sealing means are defined by respective rubber o-rings (KALREZ®+VITON®), or by corresponding materials, which resist to corrosion and temperature.

Such o-rings surround the end portions of the tubes 4 and can advantageously be made of the most adequate materials.

In particular, if the chemical process is carried out on the skin side (chamber 3), the first o-ring will be of the KALREZ type, while the second o-ring could be of VITON type.

Vice versa, should the process take place on the

side facing the tubes (chamber 5 + inside of the tubes) and the cooling on the skirt side, the axial position of the two o-rings could conveniently be inverted, so that the first o-ring 13 would be of the  
5 VITON type and the second o-ring 13b of the KALREZ type.

It is further to point out that the sealing means 8 also comprise a spacing register bush 14, which is axially interposed between the two o-rings, and  
10 further a bush pressing element 15, which is equally arranged around an end of the tube and acts on the second sealing element 13b.

The spacing bush 14 may be made of PTFE/25% glass and/or of another antacid material; the bush  
15 pressing element 15 may be made of virgin PTFE or of another antacid material.

The bush pressing element 15 has a section shaped as a double L upside-down (see figure 2), so that an axial extraction of the tubes is avoided in the case  
20 a vacuum should occur.

It must also be pointed out that the bush pressing element 15 is provided with a face 16 facing to and abutting on a further clamping plate 11, which shows a predetermined number of sealing riflings 17 fit  
25 for functions which will be better explained hereinafter.

It is further to point out that each holding seat 10 is delimited in radial direction by the containing plate 9 (externally) and by the outer surface of the

tube 4 (internally). Also the holding seat 10 is axially delimited, on the one side, by the tube plate 6 and, on the other side, by the clamping plate 11.

5 It is particularly to point out that under assembly conditions the containing plate 9 has only the function of delimiting the holding seat 10 and exerts no pressing action on the o-rings or on the bushes.

10 Always with reference to figure 3, a clamping plate 11 can be seen, which is in touch with the above described containing plate 9, always from the exterior of the skirt side.

Also the clamping plate shows the adequate through  
15 seats 12, in order to put the inside of the tubes 4 in fluid connection with the secondary chambers 5.

Other sealing gaskets 18, 19, in the form of outer o-rings, are provided for to ensure sealing between the tube plate 6 and the containing plate 9, as well  
20 as between the containing plate 9 and the clamping plate 11.

The seats for such o-rings consist generally in adequate opposing hollows, which are obtained outside the faces of the containing plate 9.

25 During the assembling phases the various tubes are inserted into the tube plate 6 and the containing plate 9 is then clamped against the tube plate 6 itself, by means of the adequate double threaded screws (upon positioning of the sealing gasket 18).

The double threaded screws may be made e.g. of AISI 316L steel, or of other noble materials.

The sealing gaskets 13a, 13b, as well as the various spacing register bushes 14 and the bush pressing elements 15 and also the sealing gasket 19 are now positioned.

Then the subsequent engagement of the clamping plate 11 is carried out by means of adequate nuts (generally blind plugs), which engage in the thread of the abovementioned screw.

Obviously, in order to avoid fluid flow-by towards the threads of such screws, adequate o-rings 22 are provided for on the tightening nuts, as well as flat sealing gaskets 23, between the clamping plate 11 and the containing plate 9, just in correspondence to the screws.

Obviously the clamping effect carried out by the above mentioned nuts causes an axial thrust action to be transmitted to the bush pressing element 15, to the sealing gasket 13a, 13b and to the spacing bush 14, what causes deformation of o-rings and therefore the sealing of the system as a whole.

Obviously, in order to obtain all that, the axial length "L" of the seat has to be lightly smaller than the total axial length of the four above mentioned elements.

Furthermore the presence of the sealing riflings 17 on the bush pressing element improves the reliability of the system, since, in consequence of



the clamping of the third plate 11, a force is produced between the plate 11 itself and the face 16 of the bush pressing element, so that the riflings 17 press on the plate 11 and prevent flow-by more and more.

5 It is finally to point out that in a modified embodiment of the above described sealing system it will be possible to provide for an adequate radial outer hollow, on the clamping plate 11, for the housing of a sealing o-ring.

10 As a matter of fact it possible in this way to provide for the addition of a check and alarm ring (e.g. made of PFA coated steel) with lateral threaded fittings, between the tube plate 6 and the heat exchanger head, for the inlet of a possible protection gas (nitrogen) and/or the connection to an alarm feeler, a display, or the like.

15 In such a case the sealing o-ring 30, which is inserted in the outer radial hollow, will allow sealing on the inner diameter of the check ring.

20 Obviously, in the case of this change the internal sealing o-ring 19 will be removed and it will be possible to ascertain the possible fluid flow-by between the clamping plate 11 and the containing plate 9, or even exert the above mentioned overpressure, by means of a neutral gas as nitrogen.

25 The invention ensures remarkable advantages.

First of all the sealing system carried out by the present invention allows to obtain all the housing

seats for o-rings by way of simple processing.

In particular the containing plate shows only cylindrical holes having a diameter bigger than the diameter of the tube to define the sealing seats.

5 Furthermore the presence of different o-rings allows better configuration of the heat exchanger, depending on whether the chemical process takes place on the skirt side or on the side facing to the tubes.

10 The possibility of adding a further check/alarm ring, upon costumer's demand, makes moreover the system fit even for processes requiring high security levels.

The presence of more different sealing elements has  
15 allowed getting over sealing laboratory tests over 16 atm for several minutes without flow-by.

CLAIMS

1. Heat exchanger comprising:

- a bearing structure (2), which defines at least a main chamber (3);
- 5    - a predetermined number of tubes (4), which cross said main chamber (3);
- at least a secondary chamber (5), which is in fluid connection with said tubes (4) and fluid proof with respect to the main chamber (3);
- 10    - at least a tube plate (6), which shows the adequate seats (7) for housing said tubes (4), wherein said tube plate (6) is interposed between the main chamber (3) and the secondary chamber (5);
- sealing means (8) interposed at least between the  
15    main chamber (3) and the secondary chamber (5), to avoid fluid flow-by, characterised in that it further comprises:
  - a containing plate (9), which shows a respective holding seat (10) for each tube (4), wherein said  
20    holding seat (10) allows the passage of a tube (4) and in the meantime the housing of the sealing means (8); and
  - a clamping plate (11), which equally shows respective through seats (12), in order to put the  
25    secondary chamber (5) in fluid connection with the tubes (4), wherein said containing plate (9) is interposed between the tube plate (6) and the clamping plate (11).
- 2. Heat exchanger according to claim 1,

characterized in that the sealing means (8) comprise at least a first and a second sealing element (13a, 13b) for each tube (4), wherein the said sealing elements (13a, 13b) surround the tube (4) and are  
5 housed in the holding seat (10) defined by the containing plate (9).

3. Heat exchanger according to claim 2, characterized in that the sealing means (8) comprise a spacing bush (14), which is arranged around the  
10 tube (4) and interposed between the sealing means (13a, 13b).

4. Heat exchanger according to claim 2, characterized in that the sealing means (8) comprise a bush pressing element (15) arranged around the  
15 tube (4) and acting on the second sealing means (13b).

5. Heat exchanger according to claim 4, characterized in that the bush pressing element (15) shows a face (16) facing to and abutting on the  
20 clamping plate (11), wherein said face shows a predetermined number, and preferably 2, sealing riflings (17).

6. Heat exchanger according to anyone of the preceeding claims, characterized in that each  
25 holding seat (10) is delimited in radial direction by the containing plate (9), externally, and by the surface of the tube (4), internally, and it is preferably axially delimited, on the one side, by the tube plate (6) and, on the other side, by the

clamping plate (11).

7. Heat exchanger according to anyone of the preceeding claims, characterized in that the clamping plate (11) abuts on the containing plate (9).

8. Heat exchanger according to anyone of the preceeding claims, characterized in that containing plate (9) abuts on the tube plate (6).

9. Heat exchanger according to anyone of the preceeding claims, characterized in that it further comprises a sealing gasket (18), which is interposed between the containing plate (9) and the tube plate (6).

10. Heat exchanger according to anyone of the preceeding claims, characterized in that it further comprises a sealing gasket (19), which is interposed between the clamping plate (11) and the containing plate (9).

11. Heat exchanger according to anyone of the preceeding claims, characterized in that said clamping plate (11), in correspondence to an outer surface thereof, preferably shows a seat (20) which is fit for housing an adequate gasket.

12. Heat exchanger according to anyone of the preceeding claims, characterized in that it is fitted for housing and engaging with a check and/or alarm chamber, in correspondence to an outer surface of the clamping plate (11).

13. Heat exchanger according to claims 3 and 4,

characterized in that the holding seat (10) shows an axial length (L) which is smaller or equal to the sum of the corresponding lengths of sealing elements (13a, 13b), bush (14) and bush pressing element (15).

14. Heat exchanger according to claim 2, characterized in that the clamping packing of tube plate (6), containing plate (9) and clamping plate (11) implies deformation of at least the said sealing elements (13a, 13b), due to compression.

15. Sealing device fit for employment in tubes made of carbide of silicon and/or other non-solderable materials, which are used for manufacturing tube bundle heat exchangers, preferably according to claim 1, characterized in that it comprises:

- at least a tube plate (6);
- at least a containing plate (9), fit for abutting on the tube plate (6);
- at least a clamping plate (11), fit for abutting on the containing plate (9); and
- sealing means (8) interposed between the tube plate (6) and the clamping plate (11), to avoid fluid flow-by, wherein said containing plate shows a respective holding seat (10), which houses the said sealing means (8).

16. Method of assembling a heat exchanger as the one described in claim 1, comprising the following steps:

- carrying out a tube plate (6) presenting adequate

seats (7) so as to receive the tubes (4);

- positioning a containing plate (9) on the tube plate (6) around the ends of said tubes (4), the containing plate (9) defining with the external surfaces of said tubes (4) respective holding seats (10),

- positioning the sealing means into each holding seat (10);

- engaging a clamping plate to the containing plate so as to obtain a package of three plates and in the meantime buckling said sealing means (8).

THE PATENT ATTORNEY  
Ing. Gianmarco Ponzellini  
Professional Roll 901BM

DECLARATION UNDER OATH

I, Gianmarco PONZELLINI c/o BUGNION S.p.A. - Viale Lancetti, 17 - Milano - do solemnly and sincerely declare as follows:

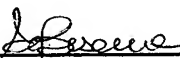
- 1) That I am well-acquainted with the Italian and English languages
- 2) That the accompanying is a true translation into English language compared by me and for which I accept responsibility, of the accompanying certified copy of the patent Application n. MI2003A001268 filed on June 24, 2003

AND I MAKE THIS SOLEMN DECLARATION, conscientiously believing the same to be true.

  
Gianmarco PONZELLINI

WITNESSES :

  
Daniela Rampoldi

  
Annalisa Besana